

# ПРЕИМУЩЕСТВА ИНВЕРТОРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Козлов И.К.

Мировое производство оборудования для дуговой сварки в 2006 г. достигло 3 млрд. долларов, из них около 70% приходится на так называемые инверторные сварочные источники питания, причем их доля, как наиболее перспективных, с каждым годом увеличивается.

Практически все мировые лидеры в области сварочного производства (Lincoln Electric, ESAB, KEMPP и др.) ориентированы преимущественно на разработку и производства инверторных сварочных источников питания.

Область деятельности фирмы «Эллой-ИТ» в сфере сварочного оборудования - разработка и поставка исключительно инверторных источников питания для дуговых ручной и механизированной сварки, сварки под флюсом, сварки неплавящимся электродом, воздушно-плазменной резки.

Принципиальное отличие инверторных источников питания от источников выполненных по традиционной схеме, заключается в том, что в инверторах сетевое напряжение выпрямляется и с помощью электронных ключей (IGBT модулей или MOSFET транзисторов) преобразуется в переменное напряжение с частотой выше 20 кГц, которое питает сварочный трансформатор с дальнейшим выпрямлением сварочного тока.

При этом за счет высокой частоты переменного напряжения, питающего сварочный трансформатор, его размеры и масса существенно (в 5-10 раз) снижаются. Существенно снижается реактивная составляющая потребляемой мощности и соответственно повышается коэффициент мощности до значений 0,8-0,9, против значений 0,5-0,7 для традиционных источников. При этом кпд инверторного источника достигает значения 85%, что обеспечивает существенную экономию энергопотребления – снижение полной потребляемой мощности и фазных токов, снижение капитальных вложений в реконструкцию электросетей, инвестиций на строительство новых силовых подстанций. Экономия только активной потребляемой мощности в процессе сварки за счет повышения кпд составляет 15-30% по сравнению с традиционными источниками. Из-за существенно более низких токов в первичной сети снижается расходы на токоподводящий кабель, электrorаспределительную аппаратуру. Нет необходимости в расходах на приобретение установок компенсации реактивной мощности КРМ.

Традиционные источники характеризуются очень высокой индуктивной нагрузкой, которая является источником реактивной электроэнергии (реактивной мощности), которая не связана с выполнением полезной работы, а расходуется на создание электромагнитных полей и создает дополнительную нагрузку на силовые линии питания.

Наличие реактивной мощности является паразитным фактором, неблагоприятным для сети в целом. В результате этого:

- возникают дополнительные потери и перегрев кабелей, оборудования, а значит их более быстрый износ вследствие увеличения фазных токов;
- снижается пропускная способность распределительной сети;

Все сказанное выше является основной причиной того, что потребители несут значительные потери, а предприятия электроснабжения требуют от потребителей снижения доли реактивной мощности.

Управление работой электронных ключей осуществляется методом широтно-импульсной модуляции с учетом сигналов обратной связи, что обеспечивает широкие возможности высокоскоростного управления сварочным током, формирования оптимальной формы внешней характеристики и цикла сварки. Кроме того в режиме холостого хода электронные ключи разомкнуты и соответственно потребление энергии в режиме холостого хода минимально.

Вышесказанное проиллюстрировано результатами испытаний приведенных в таблице 1.

Если в начале 80-х годов прошлого века переход на инверторную технику был в основном обусловлен существенной экономией энергопотребления и снижением массы и габаритов, то в настоящее время развитие инверторной технологии и микропроцессорной техники обеспечивают возможность оптимизации и формирования сколь угодно сложных циклов сварки и форм внешней характеристики, тотального контроля за формированием, отрывом и переносом в сварочную ванну каждой капли присадочного металла и процессом плавления основного металла. Обработка сигналов обратной связи по току и напряжению происходит с частотой порядка 2 кГц, т.е. за 500 мкс, что обеспечивает полную управляемость процесса.

Аппараты серии МС имеют возможность работы в системе синергетики с многочисленными программами, занесенными в память, которые облегчают эксплуатацию источников питания и делают их пригодными для использования не очень опытным персоналом. При этом при установке требуемой скорости подачи проволоки или сварочного тока все остальные параметры устанавливаются автоматически за счет встроенного программного обеспечения. Предусмотрена возможность, при необходимости, узкого диапазона коррекции напряжения и других параметров относительно синергетических. При этом предусмотрена запись оптимально подобранных режимов в память микропроцессора. В дальнейшем настройка процесс настройки источника под выполнение конкретной операции заключается в выборе необходимой синергетической программы на панели управления и задания требуемой скорости подачи проволоки или сварочного тока.

В режиме синергетики настройка оптимальных параметров сварки может сводиться к простому выбору оператором марки свариваемого материала, скорости подачи, типа и диаметра проволоки, защитного газа или смеси.

Синергетическое управление позволяет сварщику сосредоточиться исключительно на ведении шва, не требуя применения специальной техники сварки при смене пространственных положений, сложной геометрии сварных швов, их пересечения и других изменениях условий сварки.

Системы с синергетикой поддерживают постоянные условия сварки даже при значительных колебаниях длины дуги и вылета при сварке труднодоступных участков шва. Система в соответствии с программным обеспечением подстраивает процесс сварки так, чтобы дуга всегда наилучшим образом соответствовала условиям в текущий момент времени.

Источники имеют в своем составе панели управления с цифровой индикацией режима работы, значений параметров процесса и цикла сварки, неисправности. Система отслеживания аварийных режимов включает в себя систему защиты от превышения температуры силовой части, за счет превышения сварочного тока и напряжения силового питания свыше допустимых значений. Также имеется защита, срабатывающая при пониженном, относительно допустимого, значении сетевого питания и отсутствия одной из фаз. Допускаемые колебания напряжения сетевого питания плюс минус 15%.

Инверторные источники питания обеспечивают возможность регулировки таких параметров процесса как форсирование сварочного тока и управлением динамическими характеристиками сварочной дуги за счет изменения индуктивности сварочной цепи. Легкость и стабильность возбуждения сварочной дуги обеспечивается регулировкой процесса горячего старта- начального сварочного тока и длительностью процесса старта. Для полуавтоматов предусмотрен также режим плавного нарастания скорости сварки в начале процесса. Предусмотрено дистанционное управление источником питания, расстояние от источника питания до места сварки может достигать 30 метров. Охлаждение источников питания воздушное с автоматической регулировкой интенсивности охлаждения.

Источники питания обеспечивают возможность работы со сварочной горелкой в двух и четырехтактных режимах, предусмотрена возможность подключения замкнутой системы водоохлаждения сварочной горелки. Раздельная регулировка тока и напряжения заварки кратера позволяет оптимизировать процесс для практически любой конфигурации сварной конструкции. Применение микропроцессорного управления дало возможность реализовать процесс импульсной сварки как на постоянном так и переменном токах.

Наличие двух режимов работы в источнике для автоматической сварки под флюсом с жесткой или падающей внешней характеристикой позволяет существенно расширить технологические возможности - практически в одном источнике реализованы два существующих алгоритмов работы тракторов типа ТС-17 и типа АДС-1000. Это позволяет практически во всех случаях выбирать лучший режим работы и поддерживать заданные формы и стабильные размеры сварного шва по всей его длине, в том числе и в случае пересечения сварных швов

Таблица 1 Результаты испытаний источников питания

Обозначение, параметр, размерность	Измерительный прибор, формула	ВД 506ДК-ТРАДИЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК			МС 500М-ИНВЕРТОР		
		ХОЛ.ХОД	Режим MAG	Режим MMA	ХОЛ.ХОД	Режим MAG	Режим MMA
S - полная мощность, ВА	НЭС – 04	3150	19080	18880	1010	9950	9600
P1 - активная мощность, Вт	НЭС – 04	630	9020	8990	560	9020	8800
Q - реактивная мощность, ВАр	НЭС – 04	2700	12290	12250	145	185	170
I1 - потребляемый ток в первичной цепи, А	НЭС – 04	3x4,6	3x27,5	3x27	3x0,5	3x14,5	3x14,5
I2 - ток во вторичной цепи, А	МРС – 02у	---	233	231	---	252	247
U2 - напряжение на выходе источника питания при нагрузке на РБ 300, В	МРС – 02у	---	27	27	---	29	29
P2 - активная мощность, выделяемая источником на нагрузку РБ-300, Вт	МРС – 02у $P_2 = I_2 \cdot U_2$	---	6290	6240	---	7310	7160
КПД, % Расчет по полной первичной мощности	$\eta = P_2 / S$		33	33		73	75
Коэффициент мощности	$P_1 / S$		0,47	0,48		0,91	0,92
Масса источника, кг	М Паспорт	190	---	---	48	---	---
Номинальный сварочный ток при ПВ=60%	IN Паспорт	500	---	---	500	---	---
Максимальная потребляемая мощность, кВА не более	Smax Паспорт	67	---	---	23	---	---
КПД, % Расчет по активной первичной мощности	$\eta = P_2 / P_1$		70	70		81	81
Удельное энергопотребление, кВА/А	Smax/IN	0,134			0,046		
Удельная материалоемкость, кг/А	M/IN	0,38			0,096		

Примечания.

1. НЭС-04- СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, МРС-02у-МОБИЛЬНЫЙ РЕГИСТРАТОР ПРОЦЕССА СВАРКИ.
2. НАГРУЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА НА БАЛЛАСТНЫЙ РЕОСТАТ РБ-300.